

湿度制御TMAによる光ディスク基板用 ポリマー素材のキャラクタリゼーション

応用技術部 大久保信明

1. はじめに

光ディスクは、今日の高度情報化社会における記録・再生メディアとして重要な役割を担っていると同時に、さらに高性能な光ディスクの実用化に向けて技術開発が進められています。

光ディスク基板用のポリマー素材の開発や改良、または工業化を進める上で、熱分析は材料の評価手段の一つとして広く用いられています。光ディスクが実際に使用される環境においては、温度や湿度の変化の影響により実用上さまざまな問題を発生するため、材料の特性評価においても実使用環境により近い条件下での評価が望まれています。TMAなどによる機械的特性の評価においても、温度変化だけではなく調整された湿度雰囲気下での評価結果が必要になってきています。

今回は、調整された湿度雰囲気下でのTMA測定が可能な湿度制御システム¹⁾を用い、光ディスク基板用ポリマー素材の吸水膨張による寸法変化を測定した例を紹介し²⁾

2. 光ディスク基板用ポリマー素材

光ディスク基板に用いられているポリマー素材としては、CDやDVDなどではPC(ポリカーボネート)が、またLDではPMMA(ポリメチルメタクリレート)が中心です。光ディスク基板用の素材に要求される性能としては、①透明性に優れている、②複屈折が小さい、③吸水率が低い、④耐熱性が高い、⑤成形性

に優れている、などが挙げられますが、この中でも複屈折特性と吸水性は特に重要視される特性です。

吸水性については、①基板材料の吸水膨張により変形や反りが生じ、C/N(キャリアー/ノイズ)の低下やエラーレートの増加をきたす、②反射膜・記録膜が水分により腐食・劣化する、③基板材料の吸水膨張により、記録膜に大きなストレスが生じ、密着性の低下やクラック発生の原因となる、など多くの障害を生じます。したがって光ディスクに用いられる素材としては、吸水性の低いものが望まれています^{3, 4)}。

光ディスク基板用ポリマー素材の主流であるPMMAやPCについては、PMMAは複屈折は小さいものの吸水率はPCよりも高く、逆にPCは吸水率は小さい反面複屈折特性に難点があり、両者ともその本質的な欠点の改良には限界があることから、より高性能な光ディスクを実現するために新しい素材の研究開発が進められています。光ディスク基板用として新たに開発された素材のひとつにノルボルネン樹脂があります。これは脂環式ポリオレフィン系ポリマーの一種で、低複屈折率、低吸水性で耐熱性に優れた材料であり、現在はMOの基板素材として実用化されています。またノルボルネン樹脂は、優れた特性を有することから光ディスクのみならず光学レンズや光ファイバーなどの光学材料としても普及してきています⁴⁾。

ここでは、現在最も多く用いられている素材としてPMMAおよびPCを、また新しい素材としてノルボルネン樹脂を対象に評価をおこないました。

3. 測定

試料は、PMMA (LD基板), PC (DVD基板), およびノルボルネン樹脂(MO基板)の3種類で、いずれの試料も熱プレスにより厚さ300~350 μm のシート状に成形し、幅4mm, 長さ20mmとし試験片としました。

装置は、TMA/SS6100熱機械測定装置に湿度制御システム¹⁾を接続して使用しました。

測定モードは引っ張りモードとし、荷重は50mN (5gf)一定としました。測定温度は30°C一定とし、雰囲気は乾燥状態(乾燥室素雰囲気下)で一昼夜保持した後、相対湿度(RH)を20%, 40%, 60%および80%の順に変化させ、各相対湿度において3時間保持しました。

4. 測定結果

図1に、3種類の光ディスク素材の湿度制御TMA測定結果を示します。吸水率が高いとされているPMMAが最も大きな吸水膨張による寸法変化が観測されているとともに、各相対湿度において3時間保持しても平衡に達していないことがわかります。このことから3種類の素材の中ではPMMAが最も水分の影響を受けやすいことがわかります。PCについても吸水膨張は観測されるものの、PMMAの寸法変化の1/4以下でした。それに対し、吸水率が低く寸法安定性が良いとされているノルボルネン樹脂については、吸水膨張による寸法変化がほとんど観測されておらず、3種類の素材の中では最も水分の影響を受けにくいことがわかります。

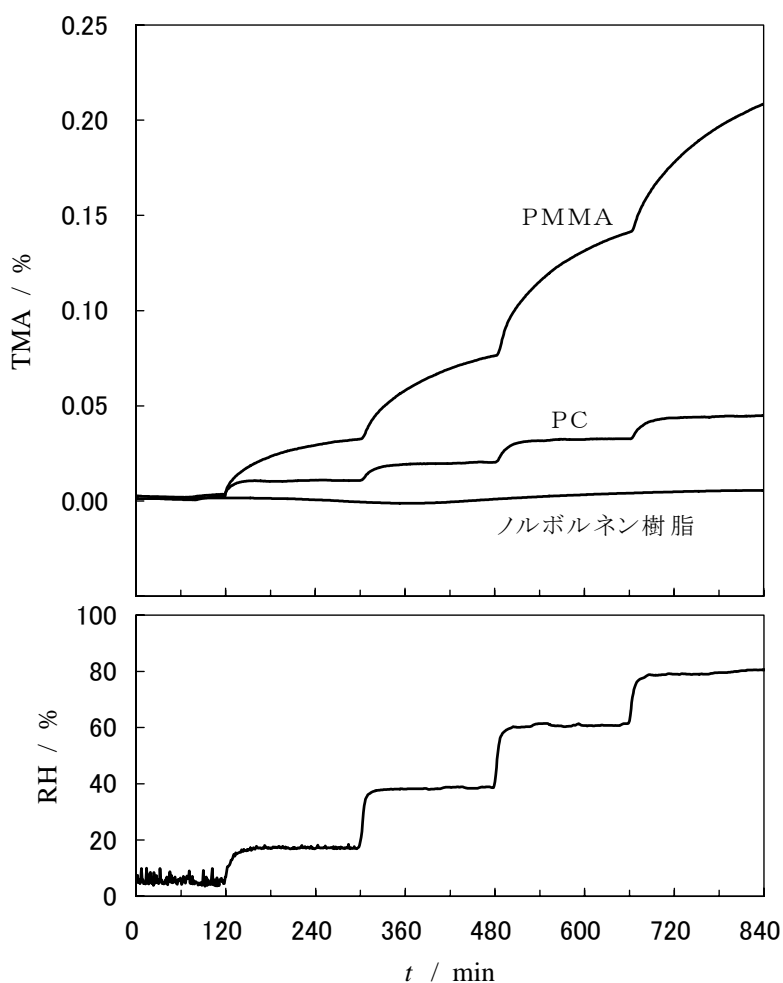


図1 3種類の光ディスク素材の湿度制御TMA測定結果

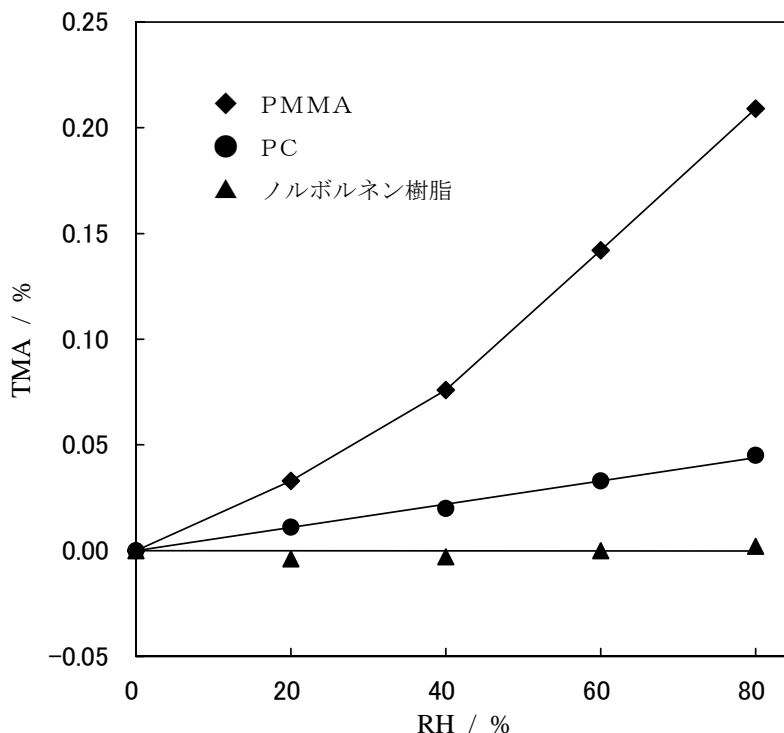


図2 3種類の光ディスク素材の湿度に対する膨張率 (TMA (%) = $\Delta l/l_0 \times 100$)

図2に、各相対湿度における3時間保持後の膨張率(%)をプロットした結果を示します。PMMAについては、図2からも各相対湿度で3時間保持しても平衡に達していないことがわかります。一方PCについては、ほぼ直線となっていることから各相対湿度においてほぼ平衡に達していることがわかります。この結果からPCの湿度に対する平均線膨張係数(20~80%RH)を算出した結果、 $5.68 \times 10^{-6} [\%RH]^{-1}$ となりました。またノルボルネン樹脂については、図2からいずれの相対湿度においても寸法変化がほとんど生じていないことがわかります。

5. おわりに

今回は、調整された湿度雰囲気下でのTMA測定が可能な湿度制御システムを用い、光ディスク基板用ポリマー素材の吸水膨張を測定した結果を紹介しました。試料は、現在光ディスク用の素材として最も多く用いられているPMMA(LD基板)およびPC(DVD基板)と、新しい素材としてノルボルネン樹脂(MO基板)の3種類で、雰囲気相対湿度を乾燥状態から

段階的に80%RHまで変化させ、試料の吸水膨張による寸法変化を測定しました。その結果、吸水膨張はPMMAが最も大きく、PCについてもPMMAの1/4以下の吸水膨張が観測されました。またノルボルネン樹脂については、吸水膨張による寸法変化がほとんど観測されませんでした。

今回は湿度制御TMAによる光ディスク素材の機械特性に及ぼす湿度の影響を評価した例を紹介しましたが、この他にもさまざまな工業材料について、より実使用環境に近い条件下における評価が可能であり、幅広い分野での応用が期待されます。

参考文献

- 1) 加藤秀隆, 中村敏彦, 大久保信明, 熱測定 **26**, 56 (1999)
- 3) 山口千穂, 大久保信明, 熱測定 **29**, 93 (2002)
- 5) 実用プラスチック事典編集委員会編, 実用プラスチック事典, 産業調査会 (1993)
- 4) 井手文雄, ここまできた透明樹脂, 工業調査会 (2001)